

Jonatan Torres Pérez
(Coordinador)

UACJ



*Ciencia en la frontera:
revista de ciencia y tecnología
de la Universidad Autónoma
de Ciudad Juárez*

DIRECTORIO
Ricardo Duarte Jáquez
Rector

David Ramírez Perea
Secretario General

Manuel Loera de la Rosa
Secretario Académico

Luis Enrique Gutiérrez Casas
*Coordinador General de
Investigación y Posgrado*

Daniel Constandse Cortez
Director del Instituto de Ciencias Biomédicas

Alejandro Martínez Martínez
Jefe del Departamento de Ciencias Químico Biológicas

Ramón Chavira Chavira
*Director General de Difusión
Cultural y Divulgación Científica*

CONSEJO EDITORIAL
Daniel Constandse Cortez
Director General

Jorge Alberto Pérez León
Coordinador Editorial

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Rosalía del Carmen Castelan Vega
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dr. Jonatan Torres Pérez
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Gilberto Velásquez Angulo
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Ignacio Villanueva Fierro
Instituto Politécnico Nacional (Ciidir Durango)

Dra. María Guadalupe Tenorio Arvide
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dr. Arturo Colín Cruz
Universidad Autónoma del Estado de México

Dr. Stefan Waliszewski Kubiak
Universidad Veracruzana

Dr. José Víctor Tamariz Flores
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dr. José Mariano Rigoberto Montiel G.
Universidad Autónoma de Tlaxcala

Dr. Jesús Jasso Mata
Colegio de Postgraduados (Campus Montecillo)

Dr. Toutcha Lebgue Keleng
Universidad Autónoma de Chihuahua

Dr. Javier Arece García
Estación Experimental Indio Hatuey

Dr. Alfonso Hinojosa Cuéllar
Universidad Popular de la Chontalpa

Dra. Irene Carrillo Saucedo
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Alejandro Martínez Martínez
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS,
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**

Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ / Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Coordinación General de Investigación y Posgrado. Vol. 11. (2013). Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2013. v.; 21 cm. Seriado

Apoyado con Recursos PIFI

Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ Vol. xi, Núm. 2, 2013, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través del Instituto de Ciencias Biomédicas y de la Coordinación General de Investigación y Posgrado del ICB y el Departamento de Ciencias Básicas. Editor responsable: Luis Fernando Plenge Tellechea. Reserva al uso exclusivo otorgada por INDAUTOR Núm. 04-2013-03221300-5400-102 y el ISSN 2007-042X. Publicidad, anuncios y suscripciones, dirigirse a: *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, Heroico Colegio Militar 3775, 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Tel. (656) 688 18 85. **Copyright** © UACJ. Esta obra se terminó de imprimir en octubre de 2013 en los talleres de Solar Editores, calle 2, número 21, San Pedro de Los Pinos, C.P.03800, México, D.F. Tiraje: 100 ejemplares.

Los manuscritos propuestos para publicación en esta revista deberán ser inéditos y no haber sido sometidos a consideración a otras revistas simultáneamente. Al enviar los manuscritos y ser aceptados para su publicación, los autores aceptan que todos los derechos se transfieren a *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, quien se reserva los de reproducción y distribución, ya sean fotográficos, en micropelícula, electrónicos o cualquier otro medio, y no podrán ser utilizados sin permiso por escrito de *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*; véase, además, notas para autores.

Permisos para otros usos: el propietario de los derechos no permite utilizar copias para distribución en general, promociones, la creación de nuevos trabajos o reventa. Para estos propósitos, dirigirse a: *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, correo electrónico: fplenge@uacj.mx

CONTENIDO

Material particulado dispersado al aire en áreas sin asfalto en Ciudad Juárez <i>Joel Adrián Hernández Escamilla, Juan Pedro Flores Margez, Maribel Flores Ramírez, Nadia Rodríguez Mendoza, Marcos Delgado Ríos, Manoj K. Shukla y Dave DuBois</i>	9
Evaluación de la implementación de un filtro biológico con <i>Eichhornia crassipes</i> en el embalse de la Central Hidroeléctrica Porce II de EPM <i>Tatihana Castro Cardona y Julio César Saldarriaga Molina</i>	15
Degradación de hidrocarburos policíclicos aromáticos de alto peso molecular con bacterias nativas de un suelo contaminado <i>Estefanía Mireles Morales, Evangelina Camacho Frías y Josefina Barrera Cortés</i>	25
Calidad del agua para uso acuícola de la Laguna de Tres Palos del municipio de Acapulco, Gro. <i>S. S. García, B. G. Toache, T. V. del C. López, J. I. Benítez V., A. A. Juárez y G. M. Rivas</i>	33
Uso de la señalética para la educación ambiental del humedal “Laguna de Zapotlán” <i>J. Guadalupe Michel Parra, Manuel Guzmán Arroyo, Héctor Cruz Michel Parra, Tomás Orendáin Verduzco, José Luis Cárdenas Ramos, José Raúl Montes de Oca Padilla y Ana Lizeth Íñiguez Chávez</i>	47
Remoción de hidrocarburos policíclicos aromáticos de alto peso molecular mediante bacterias asociadas a sustancias húmicas <i>Guillermo Onofre Dolores, Estefanía Mireles-Morales, José L. Morales-Romero, Evangelina Camacho Frías y Josefina Barrera-Cortés</i>	63
Propuesta de una red neuronal artificial para el pronóstico de la calidad del aire con base en PM₁₀ <i>Jesús M. Carrera-Velueta, Elizabeth Magaña-Villegas, Sergio Ramos-Herrera, José R. Hernández-Barajas, José R. Laines-Canepa y Raúl G. Bautista-Margulis</i>	71
Percepción de la comunidad de Barra Vieja sobre la contaminación de la Laguna de Tres Palos, en Guerrero <i>V. López, G. Toache, J. López, S. García, J. I. Benítez, A. Juárez y M. Rivas</i>	79

Uso de la señalética para la educación ambiental del humedal “Laguna de Zapotlán”

J. Guadalupe Michel Parra,* Manuel Guzmán Arroyo, Héctor Cruz Michel Parra, Tomás Orendáin Verduzco, José Luis Cárdenas Ramos, José Raúl Montes de Oca Padilla y Ana Lizeth Ñíguez Chávez

RESUMEN

Los humedales son ecosistemas que cuentan con políticas internacionales de protección y conservación, los cuales aprovechan sus recursos naturales con criterios de sustentabilidad y derecho al descanso, así como recreación de una sociedad sensibilizada y orientada a la conservación de recursos naturales. *Objetivo general:* utilizar señalética para proteger, conservar y manejar sustentablemente los ecosistemas. *Metodología:* el trabajo es en la “Laguna de Zapotlán”, localizada en el estado de Jalisco; coordenadas: 19°27’13” latitud norte y 103°27’53” longitud oeste; mediante análisis descriptivo, transversal e interdisciplinario del Programa de Protección, Conservación y Manejo (PCYM) del humedal. *Resultados y discusiones:* La “Laguna de Zapotlán” se reconoce por su valor estético, paisajístico y ecoturístico, con fines educativos y concientización ambiental. Se realizaron 8 senderos interpretativos que conforman el parque temático-ecológico del humedal. *Conclusiones:* la “Laguna de Zapotlán”, sitio Ramsar, es apropiada para la educación e interpretación ambiental, y posee información veraz y oportuna sujeta a señalética normativa para ser interpretada por guías turísticos y visitantes.

Palabras clave: educación, señalética, Laguna de Zapotlán.

INTRODUCCIÓN

La “Laguna de Zapotlán” es epicontinental, endorreica, eutrófica, somera, cálida y posee una dimensión de 1300 hectáreas, así como una gran belleza paisajística, aguas alcalinas y duras, una gran biodiversidad de aves nativas, migratorias

y endémicas, una buena producción pesquera, de hortalizas, frutícola, artesanal y ganadera, además de un alto potencial ecoturístico, cultural, recreativo, educativo y didáctico (Michel Parra, J. G. y cols., 2013).

* Centro Universitario del Sur/Universidad de Guadalajara.
Autor para correspondencia; e-mail: michelp@cusur.udgmx.

El humedal es una laguna de importancia internacional, al ser considerada sitio Ramsar por su gran variedad de nichos ecológicos, faunísticos y florísticos, y por generar múltiples beneficios al ambiente por la producción de biomasa, por los aportes de nutrientes a la cadena alimentaria, por la infiltración de aguas a los mantos freáticos, porque alberga especies únicas en peligro de extinción y porque regula la temperatura y el ciclo hídrico de la región, entre otros muchos beneficios a la población (Michel Parra, J. G. y A. M. Guzmán, 2012).

Por lo cual se destaca la importancia ecológica, social, económica y cultural, y la política regional, estatal, nacional e internacional, ya que todo lo que pasa en la subcuenca repercute en el humedal y porque la laguna es la que permitirá que se dé una real integración de los municipios de la región sureste del estado en un objetivo común: la difusión de sus tradiciones y cultura, y el conocimiento de los recursos naturales susceptibles del aprovechamiento turístico ambiental.

Debido a los esfuerzos de gestión y vinculación entre investigadores, técnicos, autoridades y usuarios, se ha logrado una lenta pero eficiente recuperación de la laguna, al mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del cuerpo de agua y su cuenca.

Con el Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico, se definen las unidades de gestión ambiental, los usos potenciales y los vocacionamientos del suelo, y con el Plan de Manejo y Saneamiento Integral de la Laguna, se tienen cubiertas las acciones concretas de protección, conservación, rehabilitación, usos y sustentabilidad que el humedal requiere.

Se cuenta con los planes de Desarrollo Municipal, los planes parciales de los subdistritos y los reglamentos de Ecología Municipal, que garantizan el cumplimiento de los ordenamientos de planeación, desarrollo y sustentabilidad del humedal y su entorno (Michel Parra, J. G. y cols., 2012).

La “Laguna de Zapotlán” fue declarada humedal de importancia internacional y sitio Ramsar el

día 5 de junio de 2005 con número de registro 1466, siendo uno de los 138 humedales en el país y uno de los 2094 humedales designados en 165 países miembros de la Convención Ramsar actualmente (Michel Parra, J. G. y cols., 2011).

Los humedales son los únicos ecosistemas que cuentan con una política internacional de protección, la cual contempla la obligación de conservarlos, de aprovechar sus recursos naturales con criterios de sustentabilidad, de reconocer sus funciones ecológicas y servicios ambientales benéficos para la región, de usar y disfrutar sus atractivos turísticos y su belleza paisajística, y de poder realizar actividades ecoturísticas de bajo impacto en los ecosistemas existentes (Michel Parra, J. G. y cols., 2013).

Los humedales en el mundo son muy concurridos por sus atractivos turísticos y por el papel tan importante que juegan en la educación ambiental, ya que la interpretación ecológica induce a los individuos a valorar su entorno y modificar sus actitudes depredadoras, que son contrarias a la conservación y preservación de los ambientes naturales.

Los criterios para declarar a la “Laguna de Zapotlán” como sitio Ramsar y humedal de importancia internacional fueron:

1. Diversidad de especies y comunidades ecológicas vulnerables en peligro de extinción, amenazadas o en riesgo crítico.
2. Variedad de aves acuáticas, que sustenta de manera regular una población mayor a 20 000 aves acuáticas nativas, migratorias y endémicas.
3. Grandes volúmenes y variedad de peces, con zonas adecuadas para el desove, de beneficio alimentario a las rutas migratorias y de beneficio para la población (Convención Ramsar, 2009; Michel Parra, J. G. y cols., 2011).

La sustentabilidad se refiere a mantener el equilibrio de las relaciones de los seres humanos con el medio natural, logrando un desarrollo so-

cioeconómico mediante el avance de la ciencia, la tecnología, la cultura y las tradiciones locales, sin dañar el medio ambiente, esto es, debe haber una interacción armónica entre el medio ambiente, el capital económico y la participación de la comunidad, por lo que si faltara alguno de estos términos, no podríamos hablar de sustentabilidad.

El turismo sustentable es aquel que se preocupa por la conservación de las áreas naturales, de las cuales se disfruta en forma masiva. Es aquel que disfruta de los espacios de belleza paisajística, de actividades extremas y deportes acuáticos (remo y canotaje), de acercarse a los nichos ecológicos y ver su evolución, de compartir el hábitat con otras especies (Moreno, J., 2009).

La “Laguna de Zapotlán” es un sitio frágil, variado y múltiple, ya que se han identificado 52 especies de aves, las cuales corresponden a 12 familias, donde destacan: garzas, patos, pelícanos, aves playeras y otras especies representativas como: gallareta, ibis negros y garzones; de estas 52 especies, nueve se encuentran en categoría de riesgo como el pato zambullidor, el pato altiplanero, el pato golondrino, la cerceta de alas azules, la garza del tular, el águila aura, el halcón mexicano y otras en peligro de extinción (Michel Parra, J. G. y cols., 2013).

Se tiene el registro de la rana (*Rana megapoda*), especie endémica de importancia ecológica, económica y social local, que junto con el charal y el pescado blanco con ecotecnias específicas empiezan a tener resultados en su reproducción y producción pesquera (Michel Parra, J. G. y cols., 2011; 2013).

El humedal de importancia internacional sustenta un corredor faunístico natural, que proviene de Norte y Centroamérica; las aves migratorias son un caso específico. También se sustenta como un centro geográfico para la migración, protección y anidamiento de aves silvestres, así como centro de reproducción de mamíferos, peces, anfibios, crustáceos y reptiles, muchos de ellos con importancia biológica, económica y social, y algunos en ame-

naza o peligro de extinción (Michel Parra, J. G. y A. M. Guzmán, 2012).

El humedal es reconocido como un área cultural tradicional de los grupos indígenas nahuas de la región sur de Jalisco, con grandes valores culturales y cosmológicos. En el año 2011 fue sub sede de los XVI Juegos Panamericanos, en Guadalajara, en remo y canotaje (Moreno, J., 2009).

De acuerdo a la Unión Mundial para la Naturaleza, la conservación es la gestión para la utilización de la biósfera por el ser humano, de modo que se produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero asegurando su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras.

La conservación en la “Laguna de Zapotlán” comprende acciones destinadas a la preservación, el mantenimiento, el uso sostenido, la restauración y el mejoramiento del ambiente natural compatible con actividades recreativas, culturales, educativas y turísticas de bajo impacto ambiental (Convención Ramsar, 2009).

Entre las acciones para el saneamiento integral de la laguna, se pretende tener un diagnóstico preciso de los usos del agua, su dinámica y su balance hídrico; el análisis de su vulnerabilidad y de la calidad del agua, y el desazolve de escorrentías, canales y arroyos, tanto en zonas someras como en aguas superficiales y subterráneas.

Además de la conservación, el PCYM considera otras estrategias, acciones y políticas ambientales como: la restauración, la rehabilitación, el aprovechamiento y el desarrollo de tecnologías necesarias para el saneamiento integral de la laguna, que pueden y deben documentarse y difundirse para conocimiento de la sociedad en general (Convención Ramsar, 2009).

Dado el gran potencial turístico y de desarrollo regional de la zona de la laguna, donde la educación ambiental es entendida como una herramienta en el proceso de cambio profundo a largo plazo en los individuos y que incide en el desarrollo de sus habilidades y valores, para interactuar en su en-

torno sin depredarlo o destruirlo, es como se podrá crear un gran ejército de ciudadanos responsables y solidarios con su medio ambiente. Los humedales en el mundo son conocidos por sus recursos naturales, por el papel tan importante que juegan en los procesos de educación ambiental, y por la concienciación, reafirmación de valores y la generación de ciudadanos críticos y participativos, que a su vez nos lleven a formar una conciencia ciudadana.

De igual manera, son los únicos ecosistemas que cuentan con una política internacional de protección y la obligación de conservarlos, así como de aprovechar sus recursos naturales con criterios de sustentabilidad ambiental y el derecho al descanso y la recreación de una sociedad sensibilizada y orientada a la conservación de los recursos naturales locales (Convención Ramsar, 2009; Michel Parra, J. G. y A. M. Guzmán, 2012).

Objetivo general: usar la señalética en la educación ambiental para proteger, conservar y manejar los humedales.

Metodología: el presente trabajo se realizó en la cuenca de la “Laguna de Zapotlán”, localizada en la región sur del estado de Jalisco, entre las coordenadas: 19°27’13” latitud norte y 103°27’53” longitud oeste. Tiene un análisis descriptivo, transversal e interdisciplinario, acorde al PCYM de la “Laguna de Zapotlán” (Michel Parra, J. G. y A. M. Guzmán, 2012).

Resultados: desde 1992, la “Laguna de Zapotlán” es considerada una de las áreas prioritarias para la conservación de espacios naturales y paulatinamente se ha reconocido su valor estético, paisajístico y turístico con fines de educación ambiental (Michel Parra, J. G. y cols., 2011). Se aprobaron 8 senderos interpretativos, que conforman el parque temático-ecológico de la “Laguna de Zapotlán”: 1. Las Garzas, 2. Colores del Vuelo, 3. Espejos del Sur, 4. San Sebastián, 5. Los Cormoranes, 6. Ribera del Lago, 7. Sierra del Tigre-

Extremo y 8. Las Ecotecnologías. Lo anterior es sustentado por el diseño y ejecución del PCYM de la “Laguna de Zapotlán”, dentro del Subprograma de Gestión, con la respectiva señalética de los malecones y senderos con una extensión total de 36 km y con su respectivo reglamento. La rehabilitación de caminos obedece a diferentes tipos de materiales y tiene un perímetro total de 148 000 m². Se han establecido 18 santuarios de aves, análisis de monumentos históricos y el diseño del Centro de Atención de Visitantes (Cavi) con fichas de contenido conceptual, metodológico e interpretativo, además de señalética informativa, restrictiva y prohibitiva; asimismo, se determinó la capacidad de carga de visitantes a los sitios (figuras 1-4).

La interpretación ambiental es el entorno de la gente común, elemento articulador entre turismo y conservación, por lo que se convierte en la herramienta básica de la educación no formal y ocasional, del disfrute pleno de los ambientes y de la conservación de los espacios naturales (Convención Ramsar, 2009).

A los senderos interpretativos educativos en la “Laguna de Zapotlán” asisten aproximadamente 3640 personas registradas como turistas, más la comunidad de la región con una población de 150 mil personas (desde la sociedad común hasta estudiantes de preescolar, primaria, secundaria, preparatoria, licenciatura y posgrado de las poblaciones de Guadalajara y Colima, así como de los municipios de Sayula, Zapotlán el Grande, Gómez Farías, Amacueca, Tapalpa, Techaluta, Atoyac, Zapotiltic, Tamazula y Tuxpan, entre otros); además, dan atención a grupos y clubes privados de diversos sectores y organizaciones que lo soliciten.

Se cuenta con un área de información turística coordinada entre las presidencias municipales de Gómez Farías y Zapotlán el Grande, el Centro Universitario del Sur (Cusur) de la Universidad de Guadalajara y las dependencias federales, estatales y municipales, que apoya a maestros, investigadores, estudiantes, grupos, organizaciones y público en general para crear conciencia y educación am-



Figura 1. Vías de comunicación actuales.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).



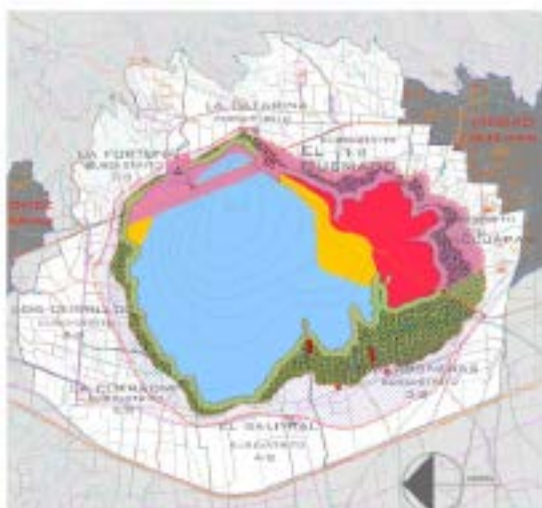
Figura 2. Monumentos históricos.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).



Figura 3. Sitios paisajísticos de la "Laguna de Zapotlán".
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).



Figura 4. Ubicación de santuarios y zonas de anidación.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).



<ul style="list-style-type: none"> ■ Protección ■ Uso y aprovechamiento sustentable: Zona del cuerpo de agua ■ Uso tradicional ■ Uso intensivo ■ Recuperación 	<ul style="list-style-type: none"> : Zona de tular y anidación : Zona de usos comunes : Zona de servicios : Zona dañada
---	---

Figura 5. Usos de suelo potenciales y localización subdistrital.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

biental con respecto a la biodiversidad y la sustentabilidad del humedal, el cual cuenta con mapa de zonificación y usos (figura 5).

DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SENDEROS

Sendero Las Garzas

El corredor turístico Las Garzas es un camino de restricción vehicular, ya que es una zona de anidación y litoral importante de la ribera de la laguna menor del lago. Pasa por el monumento El Chacuaco, un área convencional de producción de hortalizas y alfalfa y un invernadero de agricultura intensiva hasta llegar a la Plaza Central La Playita (figura 6).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.
6. Contenido y tipo de conocimiento.
7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Inicio en el acceso sur del lago.
 2. Santuario Las Garzas.
 3. Monumento El Chacuaco.
 4. Santuario Los Cormoranes.
 5. Cultivos tradicionales e intensivos.
 6. Plaza Central La Playita.
- a) Letreros informativos.
 - b) Mensajes y comentarios de educación ambiental.
 - c) Equipamiento básico.



Figura 6. Sendero Las Garzas.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

Sendero Colores del Vuelo

Es un sendero peatonal y acuático, ya que recorre el Sendero Las Garzas y el embarque en lancha desde el malecón La Playita, para realizar un recorrido por la ribera del lago con una duración de 50 minutos (figura 7).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.
6. Contenido y tipo de conocimiento.
7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Inicio en el acceso sur del lago.
2. Santuario Las Garzas.
3. Monumento El Chacuaco.



Figura 7. Sendero Colores del Vuelo.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 8. Sendero Espejos del Sur.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

4. Santuario Los Cormoranes.
5. Plaza Central La Playita y embarque en lancha por la ribera del lago.
6. Retorno a la plaza y traslado al acceso sur.
 - a) Letreros informativos.
 - b) Mensajes y comentarios de educación ambiental.
 - c) Equipamiento básico.

Sendero Espejos del Sur

Es un sendero peatonal y acuático de doble acceso, ya que recorre el Sendero Las Garzas y el Sendero San Andrés con embarque en lancha desde el malecón La Playita, para realizar 3 tipos de recorrido, según sea el gusto del grupo: básico, de 20 minutos; de anidación, de 30 minutos; y de ribera, de 50 minutos (figura 8).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.

6. Contenido y tipo de conocimiento.
7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Inicio en el acceso norte y/o sur del lago.
2. Santuario Las Garzas y/o Santuario San Andrés.
3. Monumento El Chacuaco.
4. Santuario Los Cormoranes.
5. Embarque en la Plaza Central La Playita.
6. Retorno a la plaza y traslado al acceso norte y/o sur.
 - a) Letreros informativos.
 - b) Mensajes y comentarios de educación ambiental.
 - c) Equipamiento básico.

Sendero San Sebastián

También llamado Sendero Las Gallaretas. Es un sendero peatonal que inicia en el acceso norte y recorre el malecón norte hasta el restaurante La Playita, en donde se ubica la plaza pública y el centro



Figura 9. Sendero San Sebastián.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

con una cancha de voleibol playero, con gradas y zona gastronómica (figura 9).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.
6. Contenido y tipo de conocimiento.
7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Inicio en el acceso norte del lago.
2. Santuario Las Gallaretas.
3. Muelle norte.
4. Santuario Las Garzas.
5. Término en Plaza Central La Playita.
6. Retorno al acceso norte.

- a) Letreros informativos.
- b) Mensajes y comentarios de educación ambiental.
- c) Equipamiento básico.

Sendero Ribera del Lago

Es un sendero peatonal y vehicular, que inicia en el acceso norte y recorre la periferia del parque, pasando por monumentos históricos como el de Gómez Farías, el acueducto, la Hacienda de Cofradía y cinco santuarios de aves hasta llegar al puente “jorobado”, para conectar con el libramiento y pasar el camino por completar y llegar al acceso sur o conectar con la brecha “Los Ranchitos” de circulación vehicular y peatonal, para retornar al acceso norte y completar el circuito (figura 10).



Figura 10. Sendero Ribera del Lago.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.
6. Contenido y tipo de conocimiento.

7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Inicio en el acceso norte y/o sur del lago.
2. Centro acuícola.
3. Cerritos.
4. Acueducto.
5. Hacienda de Cofradía.
6. Santuario de águilas.
7. Área de carroñeros.
8. Santuario de queleles.
9. Santuario de buitres.
10. Santuario de zopilotes.
11. Santuario de ibis.
12. Puente “jorobado”.
13. Camino Los Pinos.
14. Crucero Ciclista.
15. Invernadero.
16. Aserradero.
17. Monumento al Ing. Juan J. Sánchez Aldana.
18. Término en el acceso norte y/o sur.

Sendero Sierra del Tigre-Extremo

Es un circuito vehicular que inicia en los accesos norte y sur, el cual recorre la periferia oriente del parque, pasando por la brecha “Los Ranchitos”, para conectar con la carretera federal y subir por el monumento al Ing. Juan J. Sánchez Aldana y recorrer las brechas forestales hasta llegar al Corralito y el Rodeo, para retornar al acceso norte y/o sur y completar el circuito (figura 11).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.
6. Contenido y tipo de conocimiento.



Figura 11. Sendero Sierra del Tigre-Extremo.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010-2011).

7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Inicio en el acceso norte del lago.
2. La Fortuna.
3. El Rodeo.
4. El Corralito.
5. San Andrés.
6. San Sebastián.
7. Término en el acceso norte y/o sur.

- a) Letreros informativos.
- b) Mensajes y comentarios de educación ambiental.
- c) Equipamiento básico.

Sendero Las Ecotecnologías

Es un circuito peatonal que inicia en el acceso sur y recorre el malecón principal del parque (500 metros), pasando por el Centro de Investigación de la “Laguna de Zapotlán”, delimitada por 2 arcos-fuentes de acceso (figura 12).



Figura 12. Sendero de las ecotecnologías.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

Descripción del sendero:

1. Introducción al sitio.
2. Destinatario.
3. Duración del recorrido.
4. Capacidad de asistencia.
5. Distancia a recorrer.
6. Contenido y tipo de conocimiento.
7. Recomendaciones para el visitante.
8. Recomendaciones para el guía (ficha técnica).
9. Transecto del sendero.
10. Reglas de operación.

Estaciones del sendero:

1. Tecnologías Alternativas.
 2. Energía Solar.
 3. Energía Eólica.
 4. Geotermia.
 5. Robótica.
 6. Estación Climatológica.
 7. Acuicultura Intensiva.
 8. Innovación Tecnológica.
- a) Letreros informativos.
 - b) Mensajes y comentarios de educación ambiental.
 - c) Equipamiento básico.



Figura 13. Circuito del lago, carreteras de intercomunicación, plazas de servicios y recuerdos del sitio.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 14. Escuelas de remo y canotaje.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 15. Ramada ecoturística La Playita.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 16. Artesanías propias de la zona.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

PLAZAS PÚBLICAS

Se proyectaron tres plazas públicas, de las cuales dos se han construido en su totalidad y una está en proceso de desarrollo. La primera es la Plaza de los XVI Juegos Panamericanos Guadalajara 2011, que cuenta con dos escuelas de remo y canotaje debidamente equipadas y un amplio escenario para eventos al aire libre, donde se tiene un escenario de belleza escénica que es la “Laguna de Zapotlán” y el Nevado de Colima; la segunda plaza es de tipo ecoturístico, gastronómico y recreativo con actividad artesanal y pesquera; y la tercera plaza está proyectada para actividades comerciales de productos pesqueros, agrícolas, pecuarios y artesanales de la región (figuras 13-16).

CIRCUITOS CARRETEROS, MALECÓN Y CICLOPISTA

Las vías de comunicación (accesos al humedal) son diversas: desde una ciclopista hasta corredores perfectamente definidos para la conexión con circuitos y brechas, donde los escenarios presentan diversas zonas de observación de aves, nichos ecológicos, bellezas escénicas, modos y formas de producción propios del ecosistema, y un tránsito fluido que demanda los servicios para buenas prácticas ecoturistas (figura 17).



Figura 17. Circuitos carreteros, malecón y ciclopista.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

VÍA DE COMUNICACIÓN PARA LLEGAR AL HUMEDAL Y CIRCUITO INTERREGIONAL

La vía de comunicación para llegar al sitio Ramsar “Laguna de Zapotlán”, es por la autopista de cuatro carriles Guadalajara-Ciudad Guzmán-Colima, con una distancia de 100 kilómetros en promedio entre las dos capitales estatales. Dentro del humedal se cuenta con un circuito interregional, que conecta a San Sebastián y Ciudad Guzmán, así como a la laguna y a la Sierra del Tigre. Es un ecosistema versátil propio para el descanso y el ocio (figura 18).



Figura 18. Vía de comunicación para llegar al humedal y circuito interregional.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 19. Equipamiento de mobiliario en los senderos.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).

EQUIPAMIENTO DE MOBILIARIO EN LOS SENDEROS

En esta área se encuentran distribuidas las palapas de control de ingreso al humedal por la parte norte y sur del lago, donde se maneja información y control básico; existe una distribución de botes de acopio de residuos (basura), además de bancas para descanso y ocio familiar, con distribución estratégica, donde se puede contemplar la biodiversidad del ecosistema, en el que abundan aves, peces, reptiles, anfibios, mamíferos silvestres y, sin duda, la belleza escénica de la laguna y su entorno (figura 19).

EQUIPAMIENTO DE LETREROS INFORMATIVOS

La señalética es fundamental para la información formal y ocasional del turista y de la sociedad en general, lo cual está sujeto a la normatividad de los sitios Ramsar y cumple con el Subprograma de Comunicación, Concienciación, Educación y Participación Pública (Cecop). En el humedal se encuentran distribuidas estratégicamente las señalizaciones informativas (Convención Ramsar, 2009) (figuras 20-21).



Figura 20. Equipamiento de letreros informativos educativos de observación de biodiversidad.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 21. Equipamiento de letreros informativos educativos en biodiversidad.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).

CONTENIDO DE LETREROS EDUCATIVOS AMBIENTALES

Dentro de la información en el humedal, se requirió de 8 letreros específicos con mensajes de seducción subliminal para el cambio de conductas y malas prácticas en la comunidad en general (figuras 22 y 23).

DESECHOS	CONTAMINACIÓN
<p>MANEJA TUS RESIDUOS SIEMPRE TAPADOS Y EN SITIOS VENTILADOS.</p> <p>NO TIRES TUS DESECHOS DEPOSITADOS EN TU CONTENEDOR.</p> <p>SEPARA Y RECICLA TUS DESECHOS NO LOS MEZCLES.</p>	<p>LA QUEDA DE PAPIOS AFECTA EL CAMBIO CLIMÁTICO.</p> <p>SI TRAE TU MASCOTA PROTEGE SUS EXCRETAS.</p> <p>LOS ENVASES DESECHABLES CONTAMINAN IRREMEDIABLEMENTE.</p>
RECURSOS NATURALES	EDUCACIÓN AMBIENTAL
<p>LA FLORA Y FAUNA DEL LAGO AMPLIFICAN NUESTRO AMBIENTE.</p> <p>CUIDA TU LAGO POR TU BIEN Y POR LAS GENERACIONES FUTURAS.</p> <p>CONSERVAR LA NATURALEZA ES CONSERVAR TU VIDA.</p>	<p>EL AGUA ES VITAL, NO LA DESPERDICIES.</p> <p>CUIDA TU LAGO, TU SEGURIDAD CASA.</p> <p>DALE VIDA A TU AMBIENTE, ADOPTA Y CUIDA UN ARBOL.</p>
COMUNIDAD Y RECREACIÓN	COMUNICACIÓN
<p>CONVIVE CON TU FAMILIA, FORTALECE LA INTEGRACIÓN FAMILIAR.</p> <p>ESTE LAGO ES TUYO, COMPARTELO CON TU FAMILIA.</p> <p>APROVECHA TU TIEMPO LIBRE, CÁMERA O PRACTICA UN DEPORTE.</p>	<p>EL LAGO ES EL REGULADOR DEL CLIMA Y LA HUMEDAD DE LA REGIÓN.</p> <p>SI NO SOMOS CAPACES DE CUIDAR EL AGUA, SEREMOS CAPACES DE VIVIR SIN ELLA.</p> <p>CONSERVA UNO DE ESTE ESPACIO, TU FOREVER PART OF IT.</p>

Figura 22. Contenido de letreros educativos ambientales.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2011).



Figura 23. Distribución de letreros informativos.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).



Figura 24. Vialidades propuestas.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).



Figura 25. Usos del suelo.
Fuente: Michel Parra, J. G. (2010).

USOS DEL SUELO Y VIALIDADES PROPUESTOS

Con base en el ordenamiento ecológico y territorial de la Subcuenca de Zapotlán, se han determinado 53 unidades de gestión ambiental (UGA) mediante las cuales se especifican los vocacionamientos y usos del suelo reglamentados, a los que se tienen que sujetar la sociedad y los usuarios para las buenas prácticas del capital natural de la Subcuenca de Zapotlán (Michel Parra, J. G. y cols., 2012) (figuras 24 y 25).

La persona que sea sorprendida maltratando, destruyendo o extrayendo el mobiliario de este sitio será consignada a las autoridades municipales	La persona que sea sorprendida molestando, lastimando o cazando los animales de este sitio será consignada a las autoridades municipales
Queda prohibido la quema o incineración de pastos, taleros y desechos agrícolas en el área o perímetro de este humedal	Está prohibida la pesca con cualquier tipo de stamya y la pesca con anzuelo solo para consumo personal.
Este circuito turístico es peatonal y de uso vehicular restringido solo para residentes.	Está prohibido el uso de lanchas y motos acuáticas con motores fuera de borda
Queda prohibido permanecer en este sitio fuera de los horarios establecidos	Este lago está en proceso de rehabilitación queda prohibido nadar en este lugar

Contenido de mensajes restrictivos.

CONCLUSIONES

La “Laguna de Zapotlán” cuenta con una señalética apropiada para la protección, conservación y manejo basado en la educación e interpretación ambiental; asimismo, cuenta con información veraz y oportuna mediante señalética capaz de ser interpretada por guías turísticos y visitantes, lo cual permite el rescate de la identidad cultural regional. Jalisco cuenta con una legislación y reglamentación en materia ambiental, pero no basta con tenerla, sino que hay que ponerla en práctica y denunciar, sancionar y revertir manejos inadecuados, obsoletos y nocivos, y cambiarlos por procesos sustentables como lo señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Leygepa). La vía para mejorar el grado de conciencia de los humedales, es la promoción del conocimiento y la educación que los usuarios tengan sobre ellos, así como experiencias relacionadas con la laguna, lo cual permitirá obtener actitudes favorables y comprometidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Convención Ramsar (2009). *Manual Ramsar núm. 6 para el uso racional de los humedales*. Programas Cecop 2009-2015, p. 52.
- Michel Parra, J. G. y A. M. Guzmán (2012). “Laguna de Zapotlán, sitio Ramsar número 1466, humedal de importancia internacional”. III Seminario Internacional sobre la Cuenca del Río Santiago. Retos y perspectivas de las áreas naturales protegidas. México: Ed. Universidad de Guadalajara, pp. 79-102.
- Michel Parra, J. G. y cols. (2011). *Lago de Zapotlán-Laguna de Zapotlán-Sitio Ramsar*. 2ª edición. Ciudad Guzmán, Jal.: Ed. Universidad de Guadalajara, p. 240.
- (2013). *Programa de Protección, Conservación y Manejo (PCM) de la Laguna de Zapotlán, sitio Ramsar, número 1466. Humedal de importancia internacional*. 1ª edición. México: Ed. Conanp., p. 155.
- (2012). “Situación del Plan de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Laguna de Zapotlán”. *Recursos naturales y contaminación ambiental*. 1ª edición. México: Ed. UAIM., pp. 143-156.
- Moreno, J. (2009). “Lago-Laguna de Zapotlán el Grande: de cara a los Juegos Panamericanos de Guadalajara 2011, en los deportes de remo y canotaje”. III Congreso Internacional de Humedales Laguna de Zapotlán. Ciudad Guzmán, Jal.
- Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) (2005). *Manual de interpretación ambiental en áreas protegidas*. Belice, p. 54.